

## **COLHEDORAS TANGENCIAIS E AXIAIS: COMPARATIVO DO CUSTO DE COLHEITA**

**MAÍRA LASKOSKI<sup>1</sup>, JACKSON DE OLIVEIRA BORGES<sup>2</sup>, LEONARDO LEONIDAS KMIETEK<sup>3</sup>, SAMIR PAULO JASPER<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solos na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Ciências Agrárias (SCA), Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA),

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Aposentado, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Ciências Agrárias (SCA), Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA),

<sup>3</sup> Graduando do curso de agronomia na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Ciências Agrárias (SCA)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto A, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor de Ciências Agrárias (SCA), Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA), Rua dos funcionários, 1540, Bairro Juvevê, CEP. 80.035-050, Curitiba - Paraná – Brasil, Telefone (41) 3350 5624 - e-mail: samir@ufpr.br

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** A escolha correta da colhedora quanto à capacidade e custo operacional é fundamental, pois o custo de colheita mecanizada representa uma parcela expressiva no custo de produção de uma cultura. O mercado de colhedoras oferece máquinas com sistema de trilha por alimentação tangencial e axial, cujas capacidades e preços são distintos. Teve-se por objetivo no presente trabalho analisar o desempenho econômico de duas colhedoras tangenciais de capacidade distintas e três colhedoras axiais, também, distintas. Para avaliar a capacidade ótima e o respectivo custo unitário de colheita para cenários de soja e trigo, e milho e trigo, em áreas variando de 100 a 1600 ha para cada cultura, foi utilizado um modelo analítico desenvolvido em Planilha Eletrônica Microsoft Excel<sup>®</sup> (2010) e parâmetros operacionais e econômicos das colhedoras analisadas para a região agrícola de Tibagi, Estado do Paraná. Os resultados mostraram que as colhedoras tangenciais, embora tenham menor capacidade, apresentaram o menor custo unitário do serviço mecanizado, comparadas com as colhedoras axiais, indicando que são economicamente mais vantajosas nos cenários considerados. O modelo analítico utilizado demonstrou ser adequado e pode ser utilizado para outras culturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** máquinas agrícolas, colhedora, custos.

### **HARVESTERS TANGENTIAL AND AXIAL: COST COMPARISON HARVEST**

**ABSTRACT:** The correct choice of the harvester as capacity and operating costs is critical because the cost of mechanical harvesting is a significant share of the cost of producing a crop. The harvesters market offers machines with track system for tangential and axial feed, whose capacities and prices are different. We had it intended in this study to analyze the economic performance of two tangential harvesters of different capacity and three axial harvesters also distinct. To assess the optimum capacity and unit costs of harvest for soybean and wheat scenarios, and corn and wheat, in areas ranging 100-1600 ha for each crop, we used an analytical model developed in Microsoft Excel<sup>®</sup> spreadsheet Electronics (2010 ) and operational and economic parameters of the analyzed harvesters for agricultural region of Tibagi, Parana State. The results showed that the tangential harvesters, although smaller capacity, had the lowest unit cost of mechanized service, compared with the Axial harvesters, indicating that they are economically more advantageous in the considered scenarios. The analytical model used proved to be suitable and can be used for other crops.

**KEYWORDS:** agricultural machinery, harvester, costs

### **INTRODUÇÃO**

A colheita é uma operação agrícola que deve ser considerada de extrema importância, pois é a última operação realizada no campo no processo de produção agrícola. É através dela que se expressa

o resultado econômico da condução e manejo da lavoura. O produtor precisa planejar todas as fases, de forma a integrar a colheita ao sistema de produção, buscando assegurar a produtividade da lavoura e a qualidade final do grão. Com a transferência de conhecimentos tecnológicos para o campo, os produtores têm se deparado com variedades de máquinas e implementos a serem utilizados no campo.

Mas em meio a tantas opções e atrativos do mercado de máquinas agrícolas, surge uma questão: qual máquina é economicamente mais vantajosa para uma cultura e tamanho da área específica? A escolha correta do tipo da máquina, quanto a tamanho e capacidade de colheita, é fundamental, pois a colhedora representa uma grande parcela dos custos de mecanização na produção de uma cultura. Quando a escolha é errônea, acarreta perdas consideráveis, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores. É, portanto, importante conhecer a capacidade operacional da máquina no campo e suas vantagens econômicas para o produtor, possibilitando a operação de colheita no prazo ótimo e sem maiores prejuízos.

O presente trabalho tem como objetivo determinar a capacidade ótima das colhedoras tangenciais e axiais de uma determinada marca nacional, e calcular o respectivo custo unitário total do serviço mecanizado para cenários de soja e trigo e milho e trigo em áreas variando de 100 a 1600 ha para cada cultura. Para isso foi utilizado um modelo analítico desenvolvido em Planilha Eletrônica Microsoft Excel® e parâmetros operacionais e econômicos da colhedora, cujos resultados permitem concluir sobre o desempenho econômico das máquinas analisadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho foram utilizadas colhedoras New Holland por razões logísticas, visto que a Fazenda Experimental do Canguiri, pertencente à Universidade Federal do Paraná, sedia um centro de treinamento da New Holland Latin America Ltda, o que facilitou o levantamento das características técnicas e de operação das máquinas. **Seleção das colhedoras:** A New Holland fabrica apenas dois modelos de alimentação tangencial, TC 5070 e TC 5090 que foram considerados neste trabalho. Ambas possuem os mesmos componentes para cada função, porém variando as dimensões que resultam em diferentes capacidades de campo. Assim, a função debulha é feita por um conjunto de cilindro e côncavo disposto transversalmente ao eixo longitudinal da máquina, que recebe do elevador de palhas (função de alimentação) a massa de palha e grãos colhida (NEW HOLLAND, 2008; NEW HOLLAND, 2010). A mesma empresa fabrica três modelos de colhedoras axiais, CR 5080, CR 6080 e CR 9060, que foram consideradas para fins deste trabalho. Há ainda dois outros modelos comercializados no mercado interno, mas que não foram considerados (CR 9080 e CR 9090) por serem fabricados no exterior. Todas possuem os mesmos componentes para cada uma das funções, todavia em dimensões diferentes. Do mesmo modo que para os modelos tangenciais, resultam em capacidade de campo distintas. Nas colhedoras axiais a função de debulha e separação é feita simultaneamente por um par de rotores paralelos e dispostos ao longo do eixo longitudinal da máquina. Não há saca-palhas, portanto (NEW HOLLAND, 2012). **Cenários:** Foram consideradas três das principais culturas mecanizadas do Estado do Paraná, qual seja: soja, milho e trigo, em duas composições: a) soja e trigo e, b) milho e trigo. **Áreas:** As áreas para as culturas variaram de 100 a 1600 ha, com escala de 100 ha, totalizando 200 a 3.200 ha para cada composição. **Estimativa da Capacidade de Campo operacional:** No cálculo da capacidade de campo (operacional) foi considerada a largura efetiva de trabalho, que é dada pela largura da plataforma conforme o uso, ou seja, plataforma universal para cereais e oleaginosas ou plataforma para milho; a velocidade média de deslocamento e a eficiência de campo operacional.

TABELA 1. Larguras de trabalho efetivas das plataformas utilizadas.

### Effective working widths of platforms used.

PLATAFORMA	TC 5070	TC5090	CR 5080	CR6080	CR9060
UNIVERSAL	20' (6,1m)	25' (7,6m)	20' (6,1m)	25' (7,6m)	30' (9,1m)
MILHO	9 linhas (4,50m)	11 linhas (5,5m)	12 linhas (6,0m)	13 linhas (6,50m)	15 linhas (7,50m)

**Velocidade média de deslocamento:** ASAE (2003 b) situa a velocidade de avanço para colhedoras automotrizes entre 3,0 e 6,5 km.h<sup>-1</sup>, apontando uma velocidade padrão de 5,0 km.h<sup>-1</sup>,

independente da espécie colhida. Nos manuais do operador (NEW HOLLAND, 2008; NEW HOLLAND 2010; NEW HOLLAND 2012; NEW HOLLAND 2013) mostrou os seguintes valores médios conforme consta na Tabela 2, a seguir:

TABELA 2. Velocidades médias de deslocamento  
**Mean speed of displacement**

CULTURA	TC 5070	TC5090	CR 5080	CR6080	CR9060
SOJA	5,0	6,0	5,0	6,0	6,5
MILHO	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5
TRIGO	4,5	5,0	4,5	5,0	6,0

**Eficiência de Campo Operacional:** De acordo com ASAE (2003 b), o valor estabelecido para eficiência operacional para colhedoras automotrizes é de 70%. Por fim, a capacidade de campo operacional das colhedoras pode ser estimada através da equação seguinte (adaptada de ASAE, 2003 a):

$$C_{CO} = \frac{L_t \times V_d \times E_c}{10} \quad (1)$$

Em que:

$C_{CO}$  - capacidade de campo operacional, em ha.h<sup>-1</sup>;

$L_t$  - largura efetiva de trabalho da plataforma, em metros;

$V_d$  - velocidade média de deslocamento, em km.h.<sup>-1</sup>;

$E_c$  - eficiência de campo, decimal.

**Estimativa do ritmo operacional:** Para a estimativa do ritmo operacional é necessário estimar o tempo disponível para a conclusão da operação dentro da janela agrônômica, levando-se em conta os prazos, os dias agronomicamente úteis para a operação de colheita no intervalo e a jornada de trabalho recomendada. **Prazo de Colheita:** Adotou-se os períodos ótimos de colheita praticados na região agrícola de Tibagi (PR). Para a cultura da soja o período ótimo vai de 01/março a 15/abril, totalizando 46 dias de calendário. Para a cultura do trigo este período compreende o intervalo de 01/outubro a 15/novembro, também totalizando 46 dias de calendário. Para a cultura do milho a janela agrônômica de colheita vai do dia 10/fevereiro a 20/abril, totalizando 72 dias de calendário. **Dias agronomicamente úteis:** A experiência de campo na região agrícola de Tibagi mostra que no período recomendado para colheita de soja, 70% dos dias são agronomicamente aproveitáveis. Para a cultura do milho, 80% do período são dias úteis, e para a colheita do trigo, 50% do intervalo calendário são dias agronomicamente úteis para a operação. Desta forma, o fator de dias impróprios para a colheita será  $F_{imp} = 0,30$  para soja,  $F_{imp} = 0,20$  para milho e  $F_{imp} = 0,50$  para trigo. **Jornada de Trabalho:** Por fim, se adotou a jornada de trabalho praticada na região agrícola de Tibagi (PR) que é de 8 horas.dia<sup>-1</sup> para as culturas da soja e do trigo, e de 12 horas. dia<sup>-1</sup> para a cultura do milho. **Tempo Disponível:** É calculado pela equação seguinte:

$$T_D = N_d \times J_t \times F_{imp} \quad (2)$$

Em que:

$T_D$  - tempo útil disponível para realizar a operação, em horas;

$J_t$  - jornada de trabalho adotada, em horas;

$F_{imp}$  - fator de dias impróprios para a operação, decimal.

Por fim, é possível calcular o ritmo operacional:

$$R_o = \frac{A}{T_D} \quad (3)$$

Em que:

$R_o$  - é o ritmo operacional, em ha.h<sup>-1</sup>;

$A$  - a área a ser trabalhada no período, em ha;

$T_D$  - é o tempo disponível no período, em horas.

**Número de conjuntos mecanizados:**

$$N_C = \frac{R_o}{C_{CO}} \quad (4)$$

Em que:

$N_C$  - é o número de máquinas ou conjuntos, unidade;

$R_o$  - é o ritmo operacional, em ha.h<sup>-1</sup>;

$C_{CO}$  - é a capacidade de campo operacional, em ha.h<sup>-1</sup>.

**Tempo efetivo consumido na operação:**

$$C_{CO2} = N_{C2} \times C_{CO} \quad (5)$$

Em que :

$C_{CO2}$  - é a capacidade operacional dos conjuntos, em ha.h<sup>-1</sup>;

$N_{C2}$  - é o número de conjuntos mecanizados, em unidades;

$C_{CO}$  - é a capacidade de cada conjunto, em ha.h<sup>-1</sup>.

Todavia, isso implica no recálculo do tempo de operação  $T_{D2}$ , que será, evidentemente, inferior ao tempo disponível  $T_D$ . Assim, o tempo efetivamente consumido na operação será calculado por:

$$T_{D2} = \frac{A}{C_{CO2}} \quad (6)$$

Em que:

$T_{D2}$  - Tempo efetivamente consumido na operação, em horas;

$A$  - área a ser colhida, em ha;

$C_{CO2}$  - é a capacidade operacional dos conjuntos, em ha.h<sup>-1</sup>

**Custo unitário do serviço mecanizado:** expressa o custo por unidade de área colhida de uma cultura com um determinado conjunto de colhedoras e a base para o seu cálculo é o custo horário de propriedade e utilização da máquina. Este, por sua vez, depende do tempo médio de uso anual das máquinas que compõem a frota. É, pois, o custo direto da operação por unidade de área colhida. No presente trabalho não se levará em conta os custos indiretos.

**Custo horário de propriedade e utilização:** Como já revisado, o custo de propriedade e utilização da máquina envolve os custos fixos de depreciação, juros, alojamento e seguro, e os custos de utilização onde se contabilizam as rubricas do custo do operador, combustível, lubrificantes e reparo e manutenção.

**Parâmetros econômicos:** Para o calculo dos custos de propriedade e os custos utilização das máquinas examinadas foram fixados parâmetros econômicos comuns, a seguir especificados.

TABELA 3. Parâmetros econômicos  
**Economic parameters**

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
Valor residual ( $V_r$ )	% $V_i$	35
Tempo de vida útil ( $n$ )	Anos	10
Taxa de juros ( $i$ )	% aa	10
Seguro ( $i_s$ )	% aa	2,5
Alojamento ( $i_a$ )	% aa	1,0
Fator de reparos e manutenção ( $F_{RM}$ )	% $V_i$	40
Salário mensal ( $SM$ )	R\$	1.200,00
Encargos sobre salário ( $E$ )	%	1,98
Preço do Diesel ( $P_D$ )	Litro	2,10
Preço de lubrificantes ( $P_L$ )	Litro	4,5 $P_D$

**Potência motora e preço do equipamento básico e das plataformas:** A potência motora foi obtida consultando-se os manuais do operador (NEW HOLLAND, 2008, NEW HOLLAND 2010; NEW HOLLAND 2012, NEW HOLLAND 2013) e os preços praticados no mercado foram obtidos mediante consulta junto à concessionária New Holland de Ponta Grossa (PR), TRATOR NEW S/A, cujos valores apurados se encontram na Tabela 4.

TABELA 2 Potência motora (PM, kW) e preço do equipamento básico e das respectivas plataformas (Vi, R\$)

**Motor power (MP, kW) and price of basic equipment and related platforms (Vi, R \$)**

MODELO	POTÊNCIA	EQUIPAMENTO BÁSICO	PLATAFORMA		TOTAL
			UNIVERSAL	MILHO	
TC 5070	132,4	322.000,00	51.000,00	-	373.000,00
			-	79.200,00	452.200,00
TC 5090	179,0	394.000,00	63.000,00	-	457.000,00
			-	96.800,00	533.800,00
CR 5080	190,0	522.000,00	58.000,00	-	580.000,00
			-	105.600,00	685.600,00
CR 6080	245,0	620.000,00	65.000,00	-	685.000,00
			-	114.400,00	799.400,00
TC 9060	260,0	740.000,00	70.000,00	-	810.000,00
			-	132.000,00	942.000,00

**Tempo de uso anual:**

$$H_A = \frac{\sum_{i=1}^n (N_{C2i} \times T_{D2i})}{N} \quad (7)$$

Em que:

$H_A$  - é o tempo médio de utilização anual, em horas;

$i$  - é a  $i$ -ésima operação na qual o equipamento é utilizado;

$N_{C2i}$  - é a quantidade de equipamento utilizado na operação  $i$ -ésima, em unidades;

$T_{D2i}$  - é o tempo consumido na operação  $i$ -ésima, em horas;

$N$  - é a quantidade de equipamentos da frota, em unidades.

**Custo horário de propriedade:** os custos de operação da máquina relativos à propriedade envolvem as rubricas de depreciação e juros, alojamento e seguro, cuja metodologia de cálculo, adaptada de ASAE (2003 a), descreve-se a seguir.

**Depreciação e juros:**

$$DJ = \frac{(V_i - V_r) \left\{ \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right\} + V_r i}{H_A} \quad (7)$$

Em que:

$DJ$  - é quota horária de depreciação e juros, em R\$. hora<sup>-1</sup>;

$V_i$  - é o valor inicial do equipamento, em R\$;

$V_r$  - é o valor residual do equipamento em, R\$;

$i$  - é a taxa de juros anual, decimal;

$n$  - é a vida útil do equipamento, em anos;

$H_A$  - é o tempo médio de utilização anual do equipamento, em horas.

**Alojamento:**

$$A = \frac{(V_i \times i_a)}{H_A} \quad (8)$$

Em que:

$A_i$  - é a quota horária de alojamento, em R\$. hora<sup>-1</sup>

$V_i$  - é o valor inicial do equipamento, em R\$;

$i_a$  - é a taxa anual de alojamento, decimal;

$H_A$  - é o tempo médio de utilização anual do equipamento, em horas.

**Seguro:**

$$S = \frac{(V_i \times i_s)}{H_A} \quad (9)$$

Em que:

$S$  - é a quota horária de alojamento, em R\$. hora<sup>-1</sup>

$V_i$  - é o valor inicial do equipamento, em R\$;

$i_s$  - é a taxa anual de seguro, decimal;

$H_A$  - é o tempo médio de utilização anual do equipamento, em horas.

A parcela do custo horário de propriedade  $CH_P$  será dado pela soma das quotas calculadas segundo a metodologia acima exposta, ou seja:

$$CH_P = DJ + A + S \quad (10)$$

**Custo horário de utilização:** Os custos máquina relativos à propriedade envolvem as rubricas de mão-de-obra, consumo de combustível, lubrificantes e reparo e manutenção, cuja metodologia de cálculo, adaptada de ASAE (2003 a), descreve-se a seguir.

**Mão-de-obra operador:** A quota horária de mão-de-obra na operação da máquina foi calculada com base no salário de registro acrescido dos encargos já especificados na Tabela 3:

$$C_{MO} = \left( \frac{S_M}{220} \right) \times E \quad (11)$$

Em que:

$C_{MO}$  - é o custo horário de mão-de-obra do operador, em R\$.hora<sup>-1</sup>;

$S_M$  - é o salário mensal de registro, em R\$,

$E$  - são os encargos sobre salário (decimal)

**Combustível:**

$$C_C = (0,184 \times P_M) \times P_D \quad (12)$$

Em que:

$C_C$  - custo horário de consumo de combustível, R\$. hora<sup>-1</sup>

$P_M$  - é a potência motora indicada, em kW;

$P_D$  - é o preço do litro do Diesel, R\$

**Lubrificantes:**

$$C_L = (5,9 \times 10^{-4} P_M + 0,02169) \times P_L \quad (13)$$

Em que:

$C_L$  - consumo horário de lubrificantes, em R\$. hora<sup>-1</sup>

$P_M$  - é a potência motora indicada, em kW;

$P_L$  - é o preço do litro do lubrificante, R\$

**Reparo e manutenção:**

$$RM = \frac{Vi \times F_{RM}}{n \times H_A} \quad (14)$$

Em que:

$RM$  - custo horário de reparo e manutenção da máquina, em R\$. hora<sup>-1</sup>;

$V_i$  – é o valor inicial do equipamento, em R\$;  
 $N$  – vida útil do equipamento, em anos;  
 $H_A$  – tempo médio de uso anual, em horas.

A parcela do custo horário de utilização  $CH_U$  será dado pela soma das quotas calculadas, ou seja:

$$CH_U = C_{MO} + C_C + C_L + RM \quad (15)$$

Por fim, o custo horário da colhedora será dado pela soma das parcelas de propriedade e utilização, ou seja:

$$CH = CH_P + CH_U \quad (16)$$

**Custo unitário total do serviço mecanizado:** A colheita de uma área ( $A$ ) de cultura demanda um número de máquinas para executá-la ( $N_{C2}$ ), com seu respectivo custo de propriedade e utilização calculado ( $CH$ ), e uma quantidade de horas para concluí-la ( $T_{D2}$ ).

$$C_{USM} = \left\{ \frac{(N_{C2} \times CH) \times T_{D2}}{A} \right\} \quad (17)$$

Em que:

$C_{USM}$  - é o custo unitário do serviço mecanizado de colheita de uma área específica de cultura com determinada máquina, em R\$.ha<sup>-1</sup>;

$N_{C2}$  - é o número de máquinas ou conjuntos mecanizados utilizado na colheita da área, unidades;

$CH$  - é o custo horário da máquina utilizado na colheita, em R\$.h<sup>-1</sup>;

$T_{D2}$  - é tempo efetivo consumido na operação de colheita da área, em horas.

Por fim, o custo unitário total é a soma dos custos unitários calculados para cada área de lavoura colhida com determinada máquina, ou seja:

$$C_{UTSM} = \sum_{i=1}^n C_{USM} \quad (18)$$

Em que:

$C_{UTSM}$  - é o custo unitário total do serviço de colheita para um determinada máquina, em R\$.ha<sup>-1</sup>;

$C_{USM}$  - é o custo unitário serviço mecanizado de colheita na  $i$ -ésima área de cultura, em R\$.ha<sup>-1</sup>

$i$  - é o  $i$ -ésimo custo unitário do serviço mecanizado de colheita.

A metodologia proposta foi desenvolvida na Planilha Eletrônica Microsoft® Excel, e permite trabalhar com cenários envolvendo mais de duas culturas para um modelo de colhedora selecionado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Custo unitário total do serviço mecanizado: Cenário Soja + Trigo:** A colhedora TC5090 foi a que apresentou menor custo unitário do serviço mecanizado para a maioria das áreas, 800 ha, 1.600 a 1.800 ha e 2.200 a 3.200 ha. O modelo TC5070 que apresentou menor custo unitário de serviço para as demais áreas que não foram mais baratas para a TC5090, ou seja, áreas de 200 a 600 ha, 1.000 a 1.400 ha e 2.000 há. Portanto, as colhedoras do modelo TC apresentaram menor custo unitário do serviço mecanizado do que as colhedoras do modelo CR, cuja sua tendência é de colher mais em menor tempo. Todavia, os resultados observados pelo gráfico demonstram que apesar da maior capacidade

operacional das CR, e pelo menor número de máquinas necessárias para realizar a colheita, seu custo unitário do serviço mecanizado é maior, em nenhuma das áreas o custo destas colhedoras foi o mais vantajoso. Isto é justificado pelo maior preço inicial destas máquinas e porque em áreas próximas de até 3.200 ha as colhedoras do modelo TC são capazes de concluir a colheita no prazo agrônômico da soja e do trigo, e são de menor preço inicial, tornando o uso das colhedoras CR desvantajoso. **Cenário Milho + Trigo:** Neste caso, a TC5090 também foi a que apresentou menor custo unitário do serviço mecanizado para a maioria das áreas, 800 ha, 2.200 a 3.200 ha, seguida da TC5070 com menor custo nas áreas de 200 a 600 ha e 1.600 a 2.000 ha. Neste cenário a colhedora CR9060 apresentou menor custo unitário de serviço mecanizado para as áreas de 1.000 a 1.400 ha, entretanto a diferença de preço foi mínima com relação as TC5090 e TC5070 nestas áreas. Os resultados demonstrados pelo gráfico podem ser justificados pelo fato da CR9060 apresentar a maior capacidade operacional de todas as máquinas, principalmente para milho e trigo, o que resulta em menor número de máquinas a ser utilizado, por isso a CR9060 se destacou em alguns pontos do gráfico como sendo a máquina economicamente mais vantajosa. Entretanto, como a diferença de custo entre a CR9060 e as TC5090 e TC5070 é mínima, não haveria problema em utilizar as TC para realizar a colheita ao invés das CR.

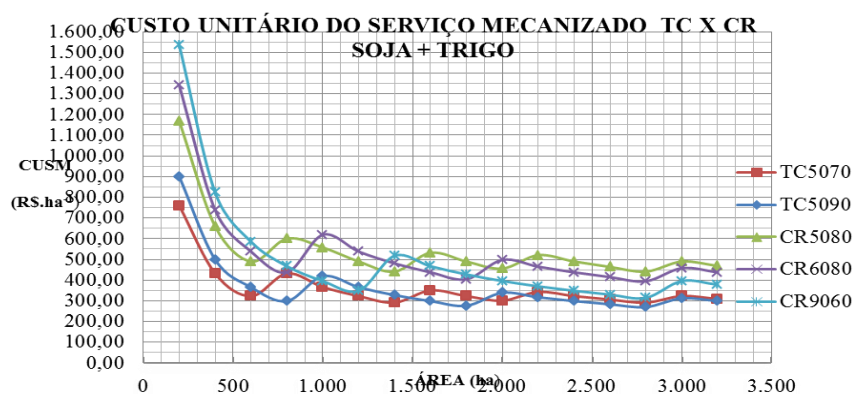


FIGURA 1 Custo unitário total do serviço mecanizado das colhedoras - Cenário Soja + Trigo

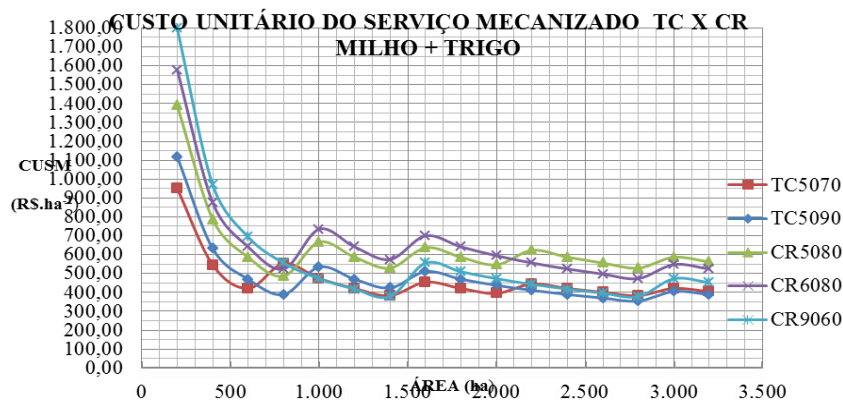


FIGURA 2 Custo unitário total do serviço mecanizado das colhedoras - Cenário Milho + Trigo

**Capacidade ótima das máquinas: Cenário Soja + Trigo:** A colhedora TC5070 demonstrou sua capacidade ótima nas áreas até 600 ha, a TC5090 expressou sua capacidade ótima até 800 ha. Quanto às colhedoras axiais, a CR5080 teve sua capacidade ótima até 600 ha, a CR6080 até 800 ha, e a CR6090 expressou em 1.200 ha a sua capacidade ótima. Sendo assim, para o cenário soja e trigo, as colhedoras TC5070 e CR5080 possuem a mesma capacidade ótima, e as colhedoras TC5090 e CR6080 também possuem a mesma capacidade ótima. Embora possuam a mesma capacidade, o custo unitário do serviço mecanizado destas máquinas não é o mesmo, isto é justificado pela diferença no custo inicial de aquisição destas colhedoras. A CR9060 se destacou com maior capacidade ótima, pois possui o maior tamanho, entretanto o custo unitário desta colhedora é o maior.

**Cenário Milho + Trigo:** A capacidade ótima da colhedora TC5070 se demonstrou na área de 600 ha. A TC5090 tem sua capacidade ótima na área de 800 ha. A colhedora CR9060 expressou sua capacidade ótima em 1.400 ha. Embora as colhedoras TC5090, CR5080 e CR6080 possuam a mesma capacidade ótima, o custo unitário do serviço mecanizado destas máquinas não é o mesmo. Portanto, conforme observado na tabela 6, nas áreas de 1.000 a 1.400 ha é mais barato realizar a colheita com uma CR9060 do que com duas TC5070 ou duas TC5090, apesar do alto preço inicial da CR9060. Da mesma forma, a TC5090 é mais vantajosa que a TC5070 nas áreas de 800 ha e de 2.200 a 3.200 ha porque necessita de um menor número de máquinas do que se a colheita fosse realizada com a TC5070.

**O modelo utilizado:** O modelo analítico desenvolvido na Planilha Eletrônica Microsoft Excel® mostrou-se adequado para os propósitos deste trabalho. O modelo também permite trabalhar com cenários envolvendo mais de duas culturas, como normalmente acontece em condições reais.

## CONCLUSÕES

A colhedora TC5090 apresentou menor custo unitário total do serviço mecanizado para ambos os cenários, e demonstrou sua capacidade ótima, para ambos os cenários em 800 ha.

A colhedora TC5070 foi a segunda colhedora com menor custo unitário total do serviço mecanizado nos dois cenários, e expressou sua capacidade ótima até 600 ha para ambos os cenários.

As colhedoras axiais CR5080 e CR6080 apresentaram o maior custo unitário total do serviço mecanizado nos dois cenários analisados, para todas as áreas. A capacidade ótima destas máquinas, no cenário soja e trigo, se expressou em 600 e 800 ha para CR5080 e CR6080, respectivamente. Para o cenário milho e trigo a capacidade ótima de ambas as máquinas se expressou em 800 ha.

A colhedora axial CR9060 apresentou menor custo unitário total do serviço mecanizado apenas em três áreas para o cenário milho e trigo, 1.200 a 1.400 ha. A capacidade ótima da máquina se expressou em 1.200 há para o cenário soja e trigo, e 1.400 há para o cenário milho e trigo.

Embora algumas colhedoras tenham demonstrado a mesma capacidade ótima, o custo unitário do serviço mecanizado foi diferente entre as máquinas, portanto nem sempre para áreas grandes a maior máquina é a economicamente mais vantajosa.

O modelo analítico utilizado permitiu calcular o custo unitário total de serviço mecanizado, bem como determinar a capacidade ótima das máquinas analisadas. Portanto, as colhedoras tangenciais são as máquinas economicamente mais vantajosas para os cenários soja e trigo, e milho e trigo, nas áreas de 200 a 3.200 ha no estado do Paraná.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural machinery management data. ASAE Standarts EP 496.2 FEB 03.** St Joseph, Michigan: ASAE, 366-372. 2003 a.
- AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural machinery management data. ASAE Standarts D497.4 FEB 03.** St Joseph, Michigan: ASAE, 366-372. 2003 b.
- BORGES, I.O.; **Desenvolvimento de um programa computacional para o dimensionamento de colhedoras, considerando a pontualidade na colheita.** Tese de doutorado – UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2004.
- NEW HOLLAND. **Manual do operador CR5080.** 1ª ed, 11/2012. Curitiba, Paraná, Brasil, 2012. 422 p.
- NEW HOLLAND. **Manual do operador CR6080.** 1ª ed, 07/2012. Curitiba, Paraná, Brasil, 2012. 464 p.
- NEW HOLLAND. **Manual do operador CR9060.** 1ª ed, 01/2013. Curitiba, Paraná, Brasil, 2012. 516 p.
- NEW HOLLAND. **Manual do operador TC5070.** 1ª ed, 09/2008. Curitiba, Paraná, Brasil, 2008. 194 p.
- NEW HOLLAND. **Manual do operador TC5090.** 1ª ed, 01/2010. Curitiba, Paraná, Brasil, 2010. 210 p.